

Clusters en clusterbeleid ter stimulering van innovatie, een methodologische reflectie

door K. DEBACKERE*

I. INLEIDING

Het stimuleren van technologische innovatie staat volop in de belangstelling. Dit geeft aanleiding tot nieuwe beleidsmaatregelen ter ondersteuning van het innovatieproces, waarbij de creatie van goed functionerende regionale en nationale innovatiesystemen centraal staat. Een van de aanpakken die sinds enkele jaren sterk in de belangstelling kwam, betreft de oprichting en de ondersteuning van zogenaamde "clusters." Het clusterbegrip vindt zijn oorsprong in het onderzoek naar de competitiviteit van regio's zoals dit begin de jaren 1990 door Michael Porter werd ontwikkeld. Sindsdien wordt door beleidsmakers veel verwacht van het clusterconcept. Het wordt vaak beschouwd als één van de potentiële niveaus van analyse die het huidige economisch denken rond industriële sectoren kan overschrijden en, zodoende, aanleiding kan geven tot de ontwikkeling van nieuwe economische indicatoren die beter aansluiten bij de behoeften van de huidige kennismaatschappij. Het clusterconcept heeft dan ook gretig ingang gevonden bij al wie vanuit theoretisch en praktisch standpunt betrokken is bij het ontwikkelen van een innovatiebeleid.

In dit artikel wordt aangetoond dat, vanuit theoretisch perspectief, het clusterbegrip allerm minst eenduidig gedefinieerd is. Vooral

* Departement Toegepaste Economische Wetenschappen, K.U.Leuven, Leuven.
De auteur wenst de anonieme referee te bedanken voor de nuttige suggesties bij het herwerken van dit artikel. Dit artikel kwam mede tot stand dankzij de steun van het Vlaams Technologie Observatorium, (IWT, Brussel).

eer het beleid tot een zinnige operationalisatie van het clusterconcept kan overgaan, dient het eerst en vooral rekening te houden met de veelheid en de verscheidenheid aan objectieven die met clusters kunnen gerealiseerd worden. Een synthese van het uitgebreide onderzoek naar technologische externaliteiten, spillovers en netwerkvorming, suggereert dat het mogelijk is dit multi-dimensioneel karakter van het clusterbegrip in kaart te brengen en bovendien empirisch te operationaliseren.

II. INNOVATIEBELEID: TENDENZEN

Innovatiebeleid kan verschillende vormen aannemen. Zo kan de beleidsaanpak verschillen naar gelang het analyse-niveau waarop men zich beweegt. Het sector- of branche-niveau en het ondernemingsniveau zijn hierbij wellicht de meest vertrouwde (Nelson (1990)). Zo zijn in Vlaanderen de Collectieve Centra een emanatie van een innovatiebeleid op sector- of branche-niveau; terwijl de autonome functie van het IWT (d.i. het Instituut ter bevordering van het Wetenschappelijk en Technologisch onderzoek in de industrie) zich in hoofdzaak afspeelt op ondernemingsniveau. Verder kan een innovatiebeleid zowel markt-geïnspireerde als technologie-gedreven klemtonen leggen. Bij het conceptualiseren van dergelijk beleid wordt vaak gebruik gemaakt van kwantificaties via "resource-based" indicatoren zoals O&O-bestedingen en patentproductiviteit, gekoppeld aan andere meso- en macro-economische indicatoren zoals economische groei of het BNP (voor een overzicht van deze aanpak verwijzen we naar het werk van Griliches (1990) of nog, Scherer (1989)). Ook de OESO-benaderingen kader(d)en nog steeds grotendeels in dit beleidsparadigma.

Niettegenstaande dit paradigma zijn deugdelijkheid bewezen heeft en nog steeds bewijst, doen zich de laatste jaren een aantal evoluties voor die bijkomende niveaus van analyse vergen, evenals nieuwe beleidsindicatoren noodzaken. Immers, in geïndustrialiseerde economieën wordt kennis een steeds belangrijker productiefactor. Gelet op deze evolutie komt de vraag naar een beter inzicht in de creatie en de diffusie van kennis steeds sterker op de voorgrond (zie bijvoorbeeld Dosi *et al.* (1988) of nog, Dosi (1988), Martin en Irvine (1989) en Pavitt (1991)). Netwerken en netwerkstructuren spelen daarbij een prominente rol (Kay (1993)). Doch, deze evolutie noodzaakt beleidsvoer-

ders tot de ontwikkeling van nieuwe analyse-niveaus en dito indicatoren (TNO-jaarverslag (1995)).

Eén analyse-niveau dat de laatste jaren sterk op de voorgrond is getreden is het "cluster"-niveau. Gelet op de veelheid aan benaderingen, zowel voor de methodologische onderbouw van het concept als voor de beleidsmatige operationalisatie en implementatie, is het zondermeer nuttig de clusterliteratuur meer in detail te bestuderen. Het onderzoek naar technologische externaliteiten en spillovers, toont bovendien aan dat het clusterdebat beter onderbouwd kan worden indien men rekening houdt met de denkkaders aangereikt door de resultaten van deze onderzoeksagenda's.

Clusters en netwerken worden bovendien dikwijls in één adem genoemd. Dit omwille van het feit dat clusters vaak met kennisopbouw en -diffusie worden geassocieerd. Onderzoek heeft aangetoond dat deze opbouw en diffusie van kennis vaak een relationeel karakter heeft en, derhalve plaatsvindt in de context van "netwerken" (Allen (1977)). Zeker wanneer het gaat om de ontwikkeling van technologische innovaties wint deze kennisopbouw in netwerken steeds meer aan belang (zie Coombs et al. (1996)). Clusters worden bovendien vaak beschouwd als een hefboom ter stimulering van technologische innovatie op regionaal niveau. Vandaar tevens de noodzaak voldoende aandacht te besteden aan de relatie tussen het clusterconcept enerzijds en het fenomeen netwerkvorming anderzijds. Deze vergelijking leidt niet enkel tot de vaststelling dat er belangrijke theoretische complementariteiten bestaan tussen beide onderzoeksagenda's, doch tevens dat de invulling van het clusterconcept ongetwijfeld kan versterkt worden door een beter inzicht in de operationalisaties die geboden worden door het netwerk-onderzoek.

III. CLUSTERS, NETWERKEN EN CLUSTERBELEID: EEN OVERZICHT EN ONDERBOUW

A. *Overzicht en definities: vertrekkend bij Porter en onze Noorderburen*

Michael Porters werk *The Competitive Advantage of Nations* dat verscheen in 1990, heeft in nogal wat landen geleid tot een belangstelling voor het cluster-concept als element in discussies omtrent industriebeleid. Jacobs en de Man geven in hun recente boek, *Clusters en Concurrentiekracht* (1995), een gedetailleerd overzicht van de veel-

heid aan vooral kwalitatieve invalshoeken en benaderingen die de laatste jaren omtrent de clustergedachte het daglicht zagen: *"In het algemeen gaat het om een samenhangend geheel van bedrijven en ondersteunende instellingen binnen een bedrijfstak of een geheel van met elkaar verbonden bedrijfstakken, waarbinnen zowel wordt samengewerkt als geconcurrereerd"* (de Man: in Jacobs en de Man (1995): 20). Uiteraard biedt deze definitie nogal wat vrijheidsgraden zowel naar substantieve interpretatie als naar concrete invulling van het cluster-concept.

Porter (1990) heeft het clusterbegrip zeker niet vanuit een defensief perspectief gepositioneerd. Integendeel, zijn aanpak weerspiegelt (bewust of onbewust) een duidelijke inspiratie vanuit het denken rond concurrentie en innovatie zoals dat bij Schumpeter teruggevonden wordt. Porter onderscheidt zestien mogelijke clusters:

vier stroomopwaarde clusters

(met name materialen/metalen, aardolie/chemie, bosbouw, computers/halfgeleiders);

zes ondersteunende clusters

(met name transport, kantoor, energie, telecommunicatie, defensie en diversen);

zes op eindverbruik gerichte clusters

(met name voeding/dranken, huisvesting/huishouden, ontspanning, gezondheidszorg, textiel/kleding, persoonlijke zaken).

Uit bovenstaand overzicht blijkt reeds duidelijk dat het clusterbegrip weinig boodschap heeft aan een traditionele sectoriële opsplitsing zoals diensten versus industrie. Veeleer wordt gewezen op de complementariteiten tussen dergelijke "sectorindelingen" dan op hun polariteiten. Bovendien is het zeker niet zo dat Porters invulling van het clusterbegrip zich vooral op hoog-technologische segmenten van de economie zou richten. Veeleer gaat het erom op basis van clusterkaarten na te gaan waar diverse, cross-sectoriële specialisaties in een economisch bestel zich kunnen voordoen.

Dit laatste leidt tot een tweede vaststelling omtrent Porters clusterbegrip, met name de nadruk op het regionale aspect. Zoals Jacobs (Jacobs en de Man (1995): 31) bondig samenvat *"onderstreept Porter het belang van regionale netwerken van toelevering, uitbesteding, aanwezigheid van sociale contacten in de sector, een sfeer van rivaliteit, ge-*

combineerd met vormen van constructieve samenwerking op diverse terreinen, initiatieven op het vlak van beroepsopleiding, de aanwezigheid van gespecialiseerde kennisinstituten."

Zoals blijkt uit dit beknopt overzicht, is het clusterbegrip vooralsnog een vrij abstract concept. Het is evenwel de bedoeling dat dit niveau van abstractie de onderzoeker en beleidsvoerder in staat moet (of althans, zou moeten) stellen reële verbanden of netwerken tussen actoren in de sfeer van innovatie, productie en commercialisatie in kaart te brengen. Het is dus niet verwonderlijk dat clustervorming vaak wordt geassocieerd met de aanwezigheid van "samenwerkingsverbanden" tussen verschillende actoren in het economisch leven (bijvoorbeeld "verbanden" tussen klanten, leveranciers en kenniscentra die verdergaan dan louter commerciële transacties, doordat ze tevens een belangrijke immateriële "kennis"component bezitten).

De aanpak van Porter werd de laatste vijf jaar uitgebreid toegepast in Nederland. Daarbij speelde en speelt STB-TNO¹ een pioniersrol. Zo verwijst men in Nederland naar (zoals beschreven in Jacobs en de Man (1995)): het Daf-cluster, het Océ-cluster, het Fokker-cluster, clusters in de metaalelektro, regionale economische netwerken, havenclusters, en het bouwcluster. Op basis van deze uitgebreide, zij het eerder kwalitatieve, oefening komen Jacobs en zijn collega's tot de conclusie dat Porters benadering *sensu stricto* in feite niet in staat is om de "echte" netwerken in de economie te traceren: *"In Nederland komen op basis van deze methode als vier sterke clusters naar voren: voeding/dranken, aardolie/chemie, transport en materialen/metalen. Maar de feitelijke aanwezigheid van (h)echte netwerken is daarmee nog niet aangetoond. Zo kwamen we er in ons eigen onderzoek achter dat de cacao-industrie een eigen netwerk vormt, dat vrij geïsoleerd staat van de rest van de voedingscluster. En uit een studie die we recent maakten van de kunststofverwerkende industrie komt naar voren dat die sector geen bijzonder geprivilegeerde banden (meer) onderhoudt met de grote chemische grondstofproducenten in Nederland"* (Jacobs in: Jacobs en de Man (1995): 33-34).

Bovendien gaat Porters aanpak, niettegenstaande de cross-sectoriële en regionale invalshoek, duidelijk uit van het standpunt dat de diverse productgroepen in de clusters worden ondergebracht op basis van hun eindgebruik. Dit mag dan de vergelijkbaarheid en sterkte/zwakte analyses van regio's en landen ten goede komen, het laat minder expliciet toe om het waarde-creërend, economisch netwerk in kaart te brengen. Vandaar de "alternatieve" benaderingen voorge-

steld door Kusters en Minne (1992) en door Nooteboom (1993) waarbij duidelijk gekeken wordt naar "*verbanden*" en naar "*productienetwerken*." Bovendien worden in beide studies ook expliciet kennisinstituten als cluster-actoren betrokken (net zoals in de recente benaderingen door STB-TNO).

Dit laatste wijst erop dat het clusterbegrip zich niet louter op het niveau van producten en productgroepen situeert, doch evenzeer op het niveau van kennisontwikkeling en kennisdiffusie. Soms wordt in die laatste context gewag gemaakt van "*technologie-clusters*." Bovendien wordt het zo mogelijks nog complexer wanneer men het heeft over "*deel*"clusters en "*mega*"clusters. Dit alles wijst nogmaals op het abstract (en holistisch) conceptueel kader dat door het clusterbegrip wordt aangereikt.

Jacobs en de Man (1995) stellen aan het eind van hun betoog dat, niettegenstaande de veelheid aan substantieve en methodologische invalshoeken die het cluster-concept kunnen onderbouwen, het begrip zonder twijfel een blijvende waarde zal hebben. Doch, en hoe kan het ook anders, dat verder onderzoek vereist is voor een meer adequate invulling van het aangereikte begrippenkader. En zoals hun tentatieve definitie en bijhorende dimensies aantonen, zal deze invulling zeker niet uni-dimensioneel kunnen zijn.

Zo worden zes basisdefinities voor clustervorming onderscheiden (Jacobs en de Man (1995): 41):

- (1) regionaal geconcentreerde vormen van bedrijvigheid rond nauw met elkaar verbonden sectoren met verbindingen naar de kennisinfrastructuur;
- (2) netwerken van toeleveren en uitbesteden rond een kernonderneming;
- (3) sectoren, gedefinieerd op een hoog aggregatieniveau;
- (4) sectoren, horizontaal gedefinieerd, maar met medeneming van hun belangrijkste toeleveranciers, afnemers en verwante sectoren;
- (5) verzamelingen van sectoren op een hoog aggregatieniveau;
- (6) groepen van sectoren gebaseerd op nieuwe doorsnijdingen waarbij ook vormen van dienstverlening worden betrokken.

Zoals verder blijkt uit dit definitiekader kunnen clusters, afhankelijk van de gehanteerde definitie en bijhorende invulling, variëren van

eerder microscopische tot sterk macroscopische verbanden van actoren en organisatie-entiteiten.

Door de TNO-onderzoekers worden bovendien, op basis van een overzicht van de huidige stand van het onderzoek naar clusters en clusterbeleid, zeven dimensies onderkend bij het invullen van het clusterbegrip (Jacobs en de Man (1995): 41-42 en 169):

- (1) *geografisch*: de ruimtelijke ‘clustering’ van verschillende elementen in een productienetwerk of geheel van met elkaar verbonden netwerken;
- (2) *horizontaal*: de klassieke sectorindeling;
- (3) *verticaal*: een geheel van met elkaar verbonden productieketens (toeleverings- en uitbestedingsnetwerken), ook wel bedrijfskolommen of waardeketens genoemd;
- (4) *lateraal*: het betrekken van ‘verwante’ sectoren waarmee bepaalde vaardigheden worden gedeeld en die kunnen leiden tot ‘economies of scope’;
- (5) *technologisch*: (voor een deel een uitwerking van het vorige) technologieën als verbindend element tussen sectoren;
- (6) *kennis*: de relatie met de relevante kennisinfrastructuur (onderwijs en onderzoek);
- (7) *kwaliteit van het netwerk*: het gaat er niet enkel om dat ondernemingen met elkaar samenwerken, maar vooral ook hoe.

Deze zeven dimensies vormen de ingrediënten die moeten toelaten relevante beleidskeuzes te maken.

Tot zover een overzicht van het recente denken rond clusters en clusterbeleid bij onze Noorderburen. Ook in Vlaanderen wordt momenteel geëxperimenteerd met de oprichting en implementatie van diverse clusters. Zo zijn er de recente clusters (waarvan sommige nog in behandeling zijn) rond o.a. de textielmachine- en systeembouw, de telecommunicatie in het wegvervoer, electrotechniek en elektrische installaties, meubelinnovatie, luchtvaart, digitale signaalverwerking, spraakherkenning en verwerking, de staalplaatverwerkende nijverheid, productontwikkeling, of kunststoffen. Echter, het overzicht van de situatie in Nederland illustreert nogal wat lacunes en vraagtekens, zowel op het vlak van definitiekaders als op het vlak van hun operationalisatie en implementatie, die ook in Vlaanderen opduiken. Volgende redenen dus om het beleidskader rond clusters verder te ontleden en in te vullen.

B. *Het clusterbegrip bekeken vanuit complementaire invalshoeken*

Hoe interessant het huidig clusterdebat ook is, men kan bij het verder invullen van het concept allerm minst voorbijgaan aan de vaststelling dat de clustergedachte, zoals veel concepten, op zijn minst associaties oproept met andere benaderingen die zowel uit een economische als uit een sociologische invalshoek komen. Met andere woorden, verschillende theoretische en empirische onderzoeksagenda's vertonen raakvlakken met het vrij abstracte kader dat door het clusterbegrip aangereikt wordt en mogen bijgevolg niet verwaarloosd worden.

Zoals reeds gesuggereerd door Jacobs en de Man (1995) staat het begrip "interactieve samenwerkingsverbanden" centraal in het denken rond clusters. Deze interactiviteit laat de samenwerkende organisaties toe wederzijds te "leren" en aldus kennis te creëren. Kennisopbouw en -diffusie vinden dus steeds meer plaats in de context van samenwerkingen of netwerken tussen organisaties. Hier vinden we dus bij uitstek het sectoroverschrijdend karakter van de clusterbenadering terug, daar deze netwerkvorming zich niet gebonden weet door sectorgrenzen. Zo bestaat de Océ-cluster in Nederland uit samenwerkingen tussen ondernemingen die tot diverse industriële sectoren behoren (bvb. machinebouw en mechanica, electrotechniek en electronica, chemie en kunststoffen,...). Naast ondernemingen kunnen ook kenniscentra zoals universiteiten en onderzoeksinstellingen belangrijke spelers zijn in een cluster. Gelet op het belang van samenwerking in de context van een cluster, hoeft het dan ook niet te verwonderen dat het onderzoek rond netwerken en netwerkvorming een nuttige inbreng kan leveren voor een meer gedetailleerde onderbouw en definitie van het clusterconcept. De verduidelijking van de relatie tussen clusters en netwerken is dan ook het onderwerp van deze sectie.

1. De economie van netwerken en technologische externaliteiten

De economische literatuur op het domein van netwerken is uitgebreid en divers (zie bijvoorbeeld Economides (1996) en ook, Gandal (1994) of, Katz en Shapiro (1985)). In zijn recente werk, *The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics* (1995), geeft Antonelli een overzicht en samenvatting van het recente denken over netwerk-externaliteiten en technologische districten.

Dit overzicht leidt tot de volgende netwerk-definitie: "*A network is an organized set of partially separable productive units, characterized by high levels of diversity, complementarity and interrelatedness both with respect to existing technologies and eventual ones*" (Antonelli (1995): 133). Deze definitie wordt door Antonelli uitgewerkt tot de volgende typologie, waarvan de vier categorieën niet exclusief zijn:

- (1) *pluralistic networks*: based upon reciprocal agreements, as in industrial districts in Italy. Within Marshallian districts the necessary complementarity and cooperation among firms is achieved ex-ante on the market place by means of a variety of contractual agreements among firms that enforce the arms-length mode of interaction. Proximity in the regional space, moreover, makes easier the necessary coordination among the complementary activities of different firms. Hence, agglomeration economies arise and small specialized firms located into marshallian districts enjoy – with respect to ‘lonely’ often larger competitors – the competitive advantages of aggregate downward sloped supply curves and of significant demand externalities for bundles of products that have high levels of complementarity in usage and in production;
- (2) *federative networks*: based upon regulating boards as the financial federations built around banks and financial companies in France and Germany;
- (3) *centralized networks*: based upon a large company specializing in research and development, procurement, core manufacturing, linked by means of long-term contracts and on-line communication, to a variety of smaller companies specializing in components manufacturing and retailing, as in the Italian experience and in the Japanese Keiretsu system;
- (4) *technological networks or ‘clubs’*: when complementarity between firms is especially strong in generating and implementing new technologies based upon alliances and cross-patenting as it is more and more the case in many high-tech industries."

(geciteerd uit: Antonelli (1995): 132-133).

Uiteraard vallen bij deze typologie parallellen op met de cluster-definities en -dimensies die zopas werden besproken. De vier categorieën voorgesteld en beschreven door Antonelli laten toe verschillende "clusters" in de economie in kaart te brengen, weliswaar op basis van verschillende methodologische benaderingen die rekening houden met het feit dat elk type netwerkvorming zich richt op een specifieke samenhang tussen economische actoren. Het voordeel van deze typologie is dat ze expliciet "samenhang" (met toch de nodige vrijheidsgraden voor diversiteit en intensiteit) tussen economische actoren centraal stelt, daar waar Porters clusteraanpak het (h)echte actor-netwerk niet zondermeer in kaart brengt.

Daarenboven kan Antonelli's typologie duidelijk worden gerelateerd aan specifieke empirische operationalisaties. Deze laatste kunnen *onder meer* gestoeld zijn op:

- (1) databronnen die rechtstreeks toegankelijk zijn zoals bibliometrische data en patentgegevens, die teruggevonden worden in de netwerkstudies van Granberg (1985), Katz *et al.* (1995), Noyons *et al.* (1994) of Tijssen (1992). Voor Vlaanderen hebben de studies van de Bruin *et al.* (1993), of nog, Van Den Berghe *et al.* (1995) geleid tot een methodologie die het wetenschappelijk landschap gedetailleerd in kaart brengt. Dergelijke databronnen kunnen een vertrekpunt vormen voor het analyseren van *technological networks of 'clubs'* waarbij van meet af aan kan nagegaan worden wat de nationale versus internationale dimensie is van de betreffende netwerken én hun actoren. Ingeval van technologische clustervorming is deze internationale dimensie onontbeerlijk. De methodologische aanpak ontwikkeld door het Office of Technology Assessment in de Verenigde Staten en die aanleiding gaf tot studies zoals de DARPA Neurale Netwerk studie (1988), de Automotive Electronics Study (1989), of meer recent, de prospectieve studie naar de ontwikkeling van micro-machines en nanotechnologie (Crandall (1996)), kan eveneens kaderen in een analyse van *technological networks*. Ook op Europees niveau wordt ervaring opgebouwd met dergelijke aanpakken, zie bijvoorbeeld het recent rapport omtrent Prospective Technological Studies (1995);
- (2) databronnen zoals deze die "traditioneel" in de literatuur rond "interlocking directorates" worden samengesteld en gebruikt (zie bijvoorbeeld Gerlach (1992)) en die kunnen verzameld worden via publiek beschikbaar (primair) materiaal zoals Dunn&Bradstreet

- "Who Owns Whom" (de WhOW database) en de data van de Nationale Bank van België, of nog het (commercieel) Amadeus-databestand van Bureau Van Dijk. Deze databronnen kunnen een nuttig hulpmiddel zijn bij het in kaart brengen van *federative networks*;
- (3) voor het in kaart brengen van *centralized networks* zal een sterke mate van originele primaire datacollectie moeten gebeuren. Doch daar men hierbij kan vertrekken van een visibele, centrale actor (zie bijvoorbeeld de Océ-cluster, de Daf-cluster of de Fokker-cluster beschreven in Jacobs en de Man (1995)) wordt het in kaart brengen van netwerken en hun actoren mogelijk. Dit werd recent gedaan in studies zoals Barnett (1990), Clarysse, Debackere en Rappa (1996), Powell (1995), en anderen, die het (multi-dimensionele) netwerk rond belangrijke biotechnologie ondernemingen zoals Centocor, Chiron of Amgen in kaart brachten. Ook recente analyses naar de Japanse Keiretsu dienen in dit kader te worden vermeld (zie bijvoorbeeld Gerlach en Lincoln in: Nohria en Eccles (1992)) evenals analyses naar clustering in de automobiellindustrie (zie bijvoorbeeld Nohria en Garcia-Pont (1991) en meer recent, Miller (1994));
 - (4) tot slot, voor wat de *pluralistic / regional proximity networks* betreft, is een belangrijke mate van originele, primaire datacollectie nodig. Hier kan worden verwezen naar de diversiteit aan methodologische benaderingen die gehanteerd worden om regionale netwerken in kaart te brengen (zie bijvoorbeeld Research Policy 1991 Special Issue on Regional Networks and Innovation). Het Silicon Valley fenomeen (Saxenian (1990)), het Route 128 fenomeen (Lampe (1988)) en het "Cambridge phenomenon" (Segal *et al.* (1985)) hebben geleid tot uitermate gedetailleerde studies en kaarten van de vele fluxen in termen van personeel, geld, kennis,... zowel op meer formele als op meer informele basis in de context van regionale universiteit-industrie complexen (zie bijvoorbeeld ook de reeds iets oudere, doch nog steeds relevante werken van Thwaites en Oakey (1985), Sweeney (1987), en Monck *et al.* (1988); voor Vlaanderen verwijzen we naar Van Dierdonck, Debackere en Rappa ((1988), (1990), (1991)); ook de recente publicaties van Varaldo (1991), Oakey (1996) en het Japan Small Business Research Institute (1996) verdienen de nodige aandacht). Uiteraard, zoals reeds opgemerkt bij de beschrijving van de Antonelli-typologie, zijn deze vier categorieën niet mutueel ex-

clusief. Dit is zeker ook het geval voor de categorie van de pluralistische netwerken, die in feite zeer ruim gedefinieerd is en, bijgevolg, elementen van de andere categorieën kan omvatten. Bovendien vinden we het belang van netwerk-externaliteiten en agglomeratie-effecten vooral in deze "pluralistische" categorie terug.

Verwant aan de technologische netwerken van Antonelli, dient eveneens gewezen op de omvangrijke literatuur met betrekking tot technologische districten (zie bijvoorbeeld Harrison (1992), Howells ((1990), (1995)), of nog, Williams en Gibson (1990)). Dit onderzoek gaat uit van de vaststelling dat de regio een geschikt niveau van analyse is voor het in kaart brengen en het meten van technologische externaliteiten en spillovers. Dit is omwille van het feit dat:

- (1) op regionaal niveau de technologische interactie tussen ondernemingen plaatsvindt zowel intra- als inter-sectoraal, op basis van een multitude aan contractuele (uitbestedings)relaties (Antonelli (1986)). Steurs (1995) en De Bondt (1996) tonen aan hoe belangrijk intersectorale kennisstromen of spillovers zijn voor O&O-intensieve ondernemingen;
- (2) zoals von Hippel (1988) en David en Rosenbloom (1990) stellen, verhoogt geografische nabijheid de doorstroom van informatie, evenals de opportuniteiten tot het creëren van "externe" leereffecten tussen actoren in de regio;
- (3) Harrison (1992) toont verder aan dat *"regions offer an appropriate context in which the technological effects of inter-firm mobility of specific skills and competence embedded in the work force can take place and can be assessed;"*
- (4) Jaffe (1989), Jaffe *et al.* (1993), Lomi (1995) en Pouder en St. John (1996) wijzen op de voordelen die ondernemingen kunnen halen uit kennis spillovers in een regio;
- (5) de aanwezigheid van een technologische vraag en aanbod, gekoppeld aan een interface-infrastructuur op regionaal niveau biedt aan ondernemingen niet te verwaarlozen kansen tot informele kennisuitwisseling, klant-leveranciersinteracties,... (zie bijvoorbeeld Antonelli (1992) en Cobbenhagen *et al.* (1996))

Kortom de economische literatuur met betrekking tot netwerken, externaliteiten en districten biedt een aantal denkkaders en aanzet-

ten tot empirische invulling die in het kader van het clusterbeleid zeker niet mogen worden veronachtzaamd. Dergelijke denkkaders kunnen immers helpen het vrij abstracte cluster-concept beter af te lijnen en meer concreet in te vullen. Hierbij denken we vooral aan de netwerk- of cluster-typologie van Antonelli. In elk geval kan deze typologie een nuttig vertrekpunt zijn bij het invullen van het multi-dimensioneel karakter van het cluster-concept. Bovendien vormt ze een verdere (en in ieder geval convergente) articulatie van de zes invalshoeken op clustervorming zoals die door Jacobs en de Man werden geïdentificeerd.

Echter, zoals reeds aangehaald, bestaat tevens een omvangrijke literatuur naar het optreden en het meten van spillovers. Voldoende interessant dus om hier even bij stil te staan.

2. Spillovers en clusters

De literatuur op het vlak van spill-overs is divers en uitgebreid (zie bijvoorbeeld D'Aspremont en Jacquemin (1988), De Bondt en Veugelers (1991), De Bondt (1996), Griliches (1994), Henderson en Cockburn (1996), Proceedings of the 54th AEA Conference (1996), Steurs (1995)). In strict economische context houdt het bestaan van spillovers in dat onderzoek uitgevoerd door een onderneming gebruikt kan worden door andere ondernemingen, zonder dat deze laatsten de rechten daartoe hoeven te kopen. In het kader van een onderzoek naar de betekenis van een clusterbeleid ter stimulering van innovatie-activiteiten is het echter nuttig even bij het belang van deze spillovers stil te staan.

Het spillover onderzoek wijst op het feit dat de samenhang tussen actoren (i.c. ondernemingen en onderzoeksinstellingen) veelvuldig en divers kan zijn. Bovendien hoeft deze samenhang zich evenmin te vertalen in "sterke" verbanden tussen diezelfde actoren (voorbeelden van "sterke verbanden" zijn joint ventures, of andere sterk geformaliseerde samenwerkingsverbanden zoals deze die teruggevonden worden in consortia-formules, zie bijvoorbeeld Gibson en Rogers (1994) of Corey (1997) voor een meer gedetailleerd overzicht). De spillover-literatuur vertoont dan ook parallellen met de netwerk-literatuur. Ook bij deze laatste komt immers het belang van "sterke" versus "zwakke" relaties duidelijk tot uiting (Granovetter (1973)), of nog, de rol van structurele gaten in actor-netwerken zoals gedefinieerd en beschreven door Burt ((1980), (1992)).

Ook meer recente sociologische inzichten naar de dynamiek van "*divergentie*" en "*alignering*" in actor-netwerken is in deze context relevant (zie bijvoorbeeld Bijker (1995) of Callon *et al.* (1992)); niet in het minst wanneer het om ontlukende technologische domeinen gaat (waarbij technologie zowel *kennis* als *producten* kan voorstellen). Divergentie en alignering wijzen op de noodzaak om de "objectieven" en de "verwachtingen" van de partners betrokken in samenwerkingsverbanden op elkaar af te stemmen. Divergentie wijst op conflicterende verwachtingen; terwijl alignering wijst op het proces om deze divergente verwachtingen onderling meer in lijn te brengen en op elkaar af te stemmen.

Steurs (1995) en De Bondt (1996) wijzen erop dat onder bepaalde omstandigheden van marktstructuur en competitieve strategie, inter-industrie spillovers een significante impact uitoefenen op de O&O-investeringen van een onderneming. Meer bepaald, de negatieve effecten op het uitvoeren van eigen O&O, bij de aanwezigheid van intra-industrie spillovers, zijn veel meer uitgesproken dan bij de aanwezigheid van inter-industrie spillovers. Met andere woorden, de aanwezigheid van inter-industrie spillovers heeft een minder uitgesproken negatief effect op het uitvoeren van eigen O&O investeringen door een onderneming.

Deze analyses leiden tot de stelling dat bescherming van intellectuele eigendom, zoals we die terugvinden in de patentwetgeving, er zou moeten naar streven de nieuwerheidsdimensie (i.e. de hoogte van het patent) te maximaliseren daar dit de kans op intra-industrie spillovers kleiner maakt; terwijl de breedte van het patent (i.e. het aantal toepassingen waarvoor een bepaalde uitvinding door de uitvinder kan worden gebruikt) zou moeten worden beperkt daar op die manier inter-industrie spillovers meer kans krijgen.

O&O-samenwerkingen worden vaak beschouwd als "een" manier waarop spillovers kunnen worden geïnternaliseerd. Bijgevolg zullen deze samenwerkingen een positieve impact uitoefenen op de O&O-investeringen van de onderneming. Ook hier kan een onderscheid worden gemaakt tussen intra- en inter-industrie samenwerkingen. Steurs (1995) toont aan dat, in geval van beperkte intra-industrie spillover effecten, inter-industrie samenwerkingen altijd leiden tot hogere O&O-investeringen dan intra-industrie samenwerkingen.

In geval intra-industrie spillovers groot zijn, dan wordt het pleit "inter-"industrie versus "intra-" industrie samenwerking beslecht op basis van de strategische complementariteit tussen de O&O-investerin-

gen van de betrokken ondernemingen. Met andere woorden, is deze complementariteit het grootst tussen ondernemingen die opereren in verschillende industrieën, dan zal dit leiden tot een groter effect van inter-industrie O&O samenwerking op de O&O-investeringen van de betrokken ondernemingen. In het omgekeerde geval zullen uiteraard intra-industrie O&O samenwerkingen resulteren in het grootste effect.

Recent hebben Henderson en Cockburn (1996) empirisch aangetoond hoe, in de geneesmiddelen-industrie op *ondernemingsniveau*, interne spillovers tussen onderzoeksprogramma's evenals externe spillovers met identieke én aanverwante onderzoeksprogramma's van concurrerende ondernemingen, leiden tot meer productieve O&O-inspanningen. Het effect van spillovers binnen de onderneming en tussen ondernemingen wordt door hen geoperationaliseerd aan de hand van een "nieuws"construct, waarbij:

$$N_t = X_t - \delta K_{t-1}$$

*met N het "nieuws" in X (zijnde de "nieuwsvariabele"),
K de voorraad in X en δ de depreciatie-maatstaf*

Deze "nieuws"variabele wordt geconstrueerd op basis van patentgegevens, zowel van de onderneming als van haar directe competitie. Deze patentgegevens worden als volgt gemeten:

	onderneming	competitie
specifieke programma's	---	nieuws = aantal patenten door concurrerende ondernemingen in hetzelfde onderzoeksdomein
aanverwante programma's	nieuws = aantal patenten van de onderneming in aanverwante onderzoeksdomeinen	nieuws = aantal patenten van concurrenten in aanverwante onderzoeksdomeinen

Op deze manier slagen Henderson en Cockburn erin om interne en externe spillover effecten te operationaliseren en te meten. Deze manier om spillovers te schatten op basis van patentgegevens biedt volgens beide auteurs een aanvaardbare benadering voor de optredende intra- en interorganisatiele technologiestromen. Uiteraard

betreft het in deze benadering een meting op ondernemingsniveau, en niet op sectoraal niveau noch op regionaal niveau.

De literatuur omtrent het gebruik van patentgegevens voor het meten van technologie-stromen op hogere niveaus van aggregatie is rijk gevuld (zie bijvoorbeeld Jaffe (1986), Verspagen (1995), of Adams en Jaffe (1996)). Op basis van classificatie-schema's (bijvoorbeeld de IPC-klassen) en op basis van primaire en secundaire informatie (de zogenaamde "invention information" en "additional information") worden empirisch technologie-flow matrices geconstrueerd (zie bijvoorbeeld Verspagen (1995)). Op deze manier worden, vertrekkend vanuit een technologie-perspectief, technologiestromen in kaart gebracht. Interessant hierbij is ook de benadering van Jaffe (1986) waarbij tussen ondernemingen een "technologische afstand" wordt berekend op basis van de patentdistributie van de betrokken onderneming over verschillende technologiedomeinen heen.

Verdere analyse toont aan dat de benaderingen van Jaffe (1986) evenals van Henderson en Cockburn (1996) de mate van technologische samenhang tussen sectoren en ondernemingen in kaart brengen. Zij vormen een mogelijke operationalisatie voor de "technological networks" of "clubs" zoals beschreven in het werk van Antonelli. In deze zin moeten ze strikt gescheiden worden van de meer "traditionele" gebruiker-uitvinder studies die gericht zijn op transacties tussen ondernemingen en sectoren. Deze laatste benadering brengt ons bij het onderzoek rond de filières, dat evenmin uit het oog kan worden verloren in een studie naar de betekenis van clusters en clusterbeleid.

Het filière-begrip heeft ruime aandacht genoten in Frankrijk. Groenewegen ((1989): 66) omschrijft een filière als volgt: *"Het gaat daarbij zowel om de onderlinge leveringen, de financiële verbindingen, de uitwisseling van technische kennis, als om de relaties van meer persoonlijke aard."* Zo geeft Malerba (1985) een overzicht van de veelheid aan relaties die in Frankrijk ontstonden in de context van de electronica filière met als belangrijke spelers ondernemingen zoals Thomson-CSF, Matra en Schlumberger. Aldus zijn filières verwant aan de *centralized networks* beschreven door Antonelli (1995).

De filière-benadering sluit tevens goed aan bij Porters waardeketen benadering. Ze brengt echter expliciet de vele horizontale en verticale relaties in kaart die noodzakelijk zijn bij het vervaardigen van producten en productplatformen. Deze relaties betreffen zowel de materiële stromen (grondstoffen, componenten, producten) als de im-

materiële stromen (kennis, expertise). Dit zorgt ervoor dat ook het filière-concept vrij vlug abstracte vormen aanneemt, net zoals het hogerbeschreven cluster-concept. Nog abstracter wordt het wanneer men het heeft over mega-filières.

Uit dit beperkte overzicht blijkt dat het in kaart brengen van spillovers een onderzoeksdomein op zich is. Echter, tevens is het duidelijk dat clusterstudies niet kunnen voorbijgaan aan het spillover fenomeen, al was het maar omdat clusters, in navolging van de hoger besproken O&O-samenwerkingen en consortia-formules (zie bijvoorbeeld Duysters en Hagedoorn (1996), Gibson en Rogers (1994), of ook Häusler *et al.* (1994)), een mogelijkheid zijn tot het internaliseren van spillovers.

En, daarmee is tevens een ander aandachtspunt aangehaald, namelijk het empirisch vastgestelde belang van organiseren via netwerkstructuren. Niettegenstaande het spillover begrip ruimer is dan wat traditioneel onder "netwerken" en "netwerk"organisaties wordt verstaan (zie bijvoorbeeld Coombs *et al.* (1996), Nohria en Eccles (1992) of nog, Thompson *et al.* (1991)), is het duidelijk dat netwerkvormen van organisatie resulteren in specifieke belichamingen van kennis spillovers, die in meerdere of mindere mate kunnen worden geïnternaliseerd door de netwerkactoren. Net zoals het geciteerde werk van Jaffe (1986) en Verspagen (1995) bieden ook netwerkbenaderingen de mogelijkheid technologie-stromen in kaart te brengen eerder dan andere vormen van transacties, zoals deze via "klassieke" input-output analyses gemeten.

Hiervoor hebben we gezien dat clusters, alhoewel ze via de kwalitatieve aanpak gebaseerd op Porters definitie niet expliciet leiden tot het in kaart brengen van netwerken, de facto een belangrijke netwerkdimensie impliceren. De diverse Nederlandse studies (zie Jacobs en de Man (1995)) hebben allen volgens eigen criteria (die zowel kennis- als product-gerelateerd zijn) netwerkvorming empirisch in kaart gebracht en gehanteerd bij de afbakening van clusters.

Het is duidelijk dat, vanuit een "technologie-stromen" perspectief, een interessante doorsnede bestaat tussen de theoretische en empirische literatuur op het vlak van spillovers en netwerkstructuren enerzijds en het clusterbegrip zoals hoger gedefinieerd anderzijds.

3. De innovatie-typologie van Pavitt

Uit vorig overzicht blijkt dat het cluster-concept zeker niet eenduidig is. Dit geldt zeker wanneer clusters moeten dienen als analyse- en actieniveau ter ondersteuning van een innovatiebeleid. Trouwens, naar innovativiteit toe is het belangrijk vast te stellen dat de heterogeniteit in de ondernemingspopulatie groot is. Daartoe werd door Pavitt in 1984 een voorstel tot taxonomie ontwikkeld dat ondernemingen indeelt in vier grote categorieën: (1) *supplier-dominated firms*, (2) *science-based firms*, (3) *scale-intensive firms*, en (4) *specialised equipment suppliers*. Deze taxonomie kan eveneens een nuttig vertrekpunt zijn bij het in kaart brengen van de verschillende actoren in een cluster. De distributie van ondernemingen over de vier Pavitt-types zal binnen een bepaalde cluster bovendien afhankelijk zijn van het "type" cluster dat men in kaart brengt. Zo zal een *technological cluster* normaliter een grotere hoeveelheid *science-based ondernemingen* onder haar actoren tellen dan een *centralized cluster*.

Ook kan de Pavitt-typologie een nuttig hulpmiddel zijn wanneer men *proximity clusters*, bijvoorbeeld rond een universitaire groeipool, in kaart brengt (zie bijvoorbeeld Mansfield ((1991), (1995)). Ondernemingen behorend tot verschillende Pavitt-categorieën zullen ongetwijfeld verschillende rollen spelen en andere relationele patronen vertonen in dergelijke geografische clusters (Debackere (1996), Mowery en Langlois (1996) of nog, Van Dierdonck, Debackere en Rappa (1991)).

Bovendien houdt de Pavitt-typologie een expliciete definiëring en aflijning in over hoe ondernemingen uit elke klasse hun innovatieproces organiseren, inclusief hun voornaamste sterktes en zwaktes met betrekking tot innovatie. Een reden te meer dus om bij het operationaliseren van het cluster-concept rekening te houden met de rollen die door de diverse bedrijfsfactoren in het innovatieproces kunnen worden gespeeld, en dit op basis van een uniforme taxonomie.

4. Samenvatting en relevantie voor het clusteronderzoek

Uit vorig overzicht komen volgende aandachtspunten naar voor omtrent de definiëring en studie van clusters:

- het cluster-concept is multi-dimensioneel, waarbij de typologie van Antonelli (1995) zowel theoretisch als empirisch een invulling van die multi-dimensionaliteit mogelijk maakt;

- afhankelijk van de cluster-definitie die gehanteerd wordt zullen verschillende methodologisch-technisch benaderingen nodig zijn om clusters af te bakenen en in kaart te brengen;
- impliciet én expliciet worden clusters geassocieerd met netwerken tussen actoren, waarbij het concept "netwerk" eveneens multi-dimensioneel is.

IV. SOCIOMETRIE EN NETWERKTHEORIE

Uit het vorig overzicht blijkt dat clusters vaak associaties oproepen met netwerken. Nochtans heeft de cluster-literatuur die zopas werd besproken slechts in beperkte mate genoten van "spillovers" uit deze zowel theoretisch als empirisch goed onderbouwde "netwerk"-onderzoeksagenda. Het onderzoek naar het belang van netwerken, dat nu een bijna exponentiële groei kent, vindt zijn oorsprong in studies uitgevoerd tijdens de periode 1940-1960.

Dit pioniersonderzoek bestudeerde onder andere de diffusie en adoptie van innovaties (waarbij men zich niet louter beperkte tot technologische innovaties, doch ook oog had voor de adoptie en diffusie van administratieve innovaties). Zo onderzocht Bavelas aan het "Group Networks Laboratory" van het Massachusetts Institute of Technology op het eind van de jaren 1940 het centraliteitsconcept (Bavelas (1948)), terwijl Festinger en zijn collega's (1963) de "sociometrische" antecedenten van adoptie-beslissingen in kaart brachten. Dit onderzoek ligt aan de basis van het nog steeds belangrijke debat tussen cohesie en structureel equivalentie als verklaringen voor innovatie-diffusie (Harkola en Greve (1995)). Bij cohesie gaat men ervan uit dat innovatie-diffusie gebeurt via directe contacten tussen bron- en ontvanger-organisaties. Bij structureel equivalentie zijn het niet de directe contacten tussen bron en ontvanger, doch wel het feit dat bron en ontvanger van de innovatie dezelfde contacten hebben met dezelfde organisaties (bvb. ze hebben dezelfde klanten), die zorgen voor de diffusie van de innovatie. In geval van cohesie ligt de nadruk dus op diffusie door direct contact. In geval van structureel equivalentie ligt de nadruk op diffusie door vergelijking en mimetisme. Een rijke historiek dus, die momenteel tot volle bloei komt, zowel naar theoretische onderbouw als naar empirische operationalisatie toe.

A. Netwerken als concept

Steeds meer theoretische en empirische studies wijzen op het fenomeen "netwerkvorming", naast de gekende en vertrouwde "markt-" en "hiërarchische" vormen van organisatie. Zonder exhaustief te willen (en te kunnen) zijn in het kader van dit beknopt overzicht, verwijzen we naar het werk van Christensen en Rosenbloom (1995), Coombs *et al.* (1996), Duysters en Hagedoorn (1996), Jarillo (1988), Johanson en Mattsson (1987), Katz (1986), Nohria en Eccles (1992), Thompson *et al.* (1991), en Williams en Gibson (1990).

Bij meer diepgaande studie wordt het echter duidelijk dat "netwerken" een vlag zijn die meerdere ladingen dekt. Zo merken Nohria en Garcia-Pont (1991) op dat de inhoud of het voorwerp van netwerkrelaties sterk kan verschillen. In de vorige secties werd reeds verwezen naar de relaties die ontstaan tengevolge van het optreden van "interlocking directorates."

Technologie-gerelateerde netwerkrelaties daarentegen onderscheiden zich door een diversiteit aan vormen, zoals: OEM-toelevering, het verlenen van licenties, "belichaamde" versus "niet-belichaamde" technologische overdracht, gezamenlijke O&O programma's, consortia en joint ventures (Williams en Gibson (1990)).

Naast deze door technologie-overdracht geïnspireerde netwerken zijn er nog tal van andere verbanden die op ondernemingsniveau kunnen worden onderscheiden (zie bijvoorbeeld Kay (1993) of nog, Powell (1995)). Het betreft klant-leveranciersrelaties, relaties met financiers, of nog, relaties met de regulerende omgeving van de onderneming. Zo hebben Burt en Carlton (1989) op basis van een transactie-benadering een topologische kaart van de Amerikaanse economie getekend. Daartoe maakten ze gebruik van een operationalisatie van het structureel equivalentie criterium via het meten van een euclidische afstand tussen sectoren in de economie aan de hand van volgend algorithm:

$$d_{ij} = \left[\sum_k (z_{ik}/R_i - z_{jk}/R_j)^2 + \sum_k (z_{ki}/C_i - z_{kj}/C_j)^2 \right]^{0.5}$$

met $i \neq k \neq j$

waarbij z_{ik} de dollarwaarde van de transacties van sector i naar sector k voorstelt;
waarbij R_i de som van deze transacties over sectoren voorstelt
(m.a.w. de som van transacties in rij i van de input-output matrix)
en waarbij C_i de som van de transacties naar sector i
(kolom i van de input-output tabel) voorstelt.

Met andere woorden, de economische samenhang tussen organisaties kan geoperationaliseerd worden via de optredende handelsstromen en door deze vervolgens sociometrisch te analyseren. Analooq aan deze aanpak kunnen uiteraard patent-citaties (en ook de primaire en secundaire informatie aanwezig in patentdocumenten) gebruikt worden om technologie-stromen tussen sectoren of tussen ondernemingen sociometrisch in kaart te brengen (dit zou dan een meer gedetailleerde operationalisatie van zijn van de aanpak van Cockburn en Henderson (1996)). Dergelijke benadering laat toe de "technologische afstand" tussen sectoren en/of organisaties in kaart te brengen.

Bovendien werden modellen ontwikkeld (zie bijvoorbeeld Doreian (1981), (1982)) die toelaten effecten van geografische proximateit tussen netwerkkactoren in kaart te brengen. Dit is interessant wanneer ondernemingen gelocaliseerd zijn in de omgeving van dezelfde kenniscentra (bijvoorbeeld Silicon Valley of Route 128) en dus identisch gepositioneerd zijn met betrekking tot de "lokale" kenniscentra en kennis-economie. Zo kan men nagaan of er contaminatie-effecten bestaan met betrekking tot innovatieve productiviteit (bijvoorbeeld via het meten van publicatie- of patent-aantallen) tengevolge van de geografische proximateit die tussen ondernemingen en kenniscentra bestaat. Een basismodel voor dergelijke schattingen ziet er als volgt uit:

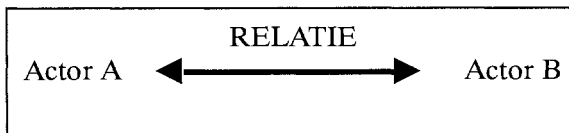
$$y_j = a + b [\sum_i w_{ji} y_i] + e$$

waarbij y_j de innovatieve productiviteit voorstelt voor actor j ; b is de regressiecoëfficiënt die het contaminatie-effect tussen actoren tengevolge van de geografische proximateit meet; en w_{ji} is een vector van (sociometrisch bepaalde) gewichten die definieert in welke mate de productiviteit van actor i de productiviteit van actor j contamineert, (met $0 \leq w_{ji} \leq 1$, $w_{jj} = 0$, en $\sum_i w_{ji} = 1$).

De zopas beschreven netwerkreliaties kunnen bovendien een meer formeel of een meer informeel karakter aannemen. Zo kunnen O&O-netwerken, in kaart gebracht op basis van co-auteursdata van publicaties, het meer informele samenwerkingsnetwerk in een technologische cluster in kaart brengen (zie bijvoorbeeld Debackere *et al.* ((1995), (1996)) of voor een methodologisch overzicht, Rappa en Debackere ((1989), (1992)). Daarentegen laten patentgegevens toe de meer formele aspecten van technologie-creatie, en via citatie-analyse van technologie-overdracht en spillovers, in kaart te brengen (zie bijvoorbeeld Jaffe *et al.* (1993) of nog, Narin *et al.* ((1987), (1988)).

Net zoals het cluster-concept, is het netwerkconcept dus vrij abstract en laat het een veelheid aan concrete invullingen toe. Het voorname pluspunt daarbij is dat netwerkbenaderingen (onafhankelijk van de concrete invulling) tot een vrij coherent geheel van sociometrische indicatoren en berekeningswijzen zijn geëvolueerd. Centraal daarbij is het uitgangspunt dat de analyse gebeurt op niveau van de "relatie" die bestaat tussen actoren. Het vertrekpunt van elke netwerk-opbouw zijn dus niet de actoren en hun al dan niet vermeende kenmerken, doch wel de relatie die de "kloof" tussen deze actoren al dan niet overbrugt.

Dus:



B. Operationele invulling van het netwerkconcept

Zoals daarnet vermeld, richt de analyse in een netwerkbenadering zich op de relatie die al dan niet bestaat tussen de actoren, en niet op de actoren als dusdanig. Dit houdt in dat netwerkdata volgens een matrixformat opgebouwd worden. Deze matrix hoeft niet steeds symmetrisch te zijn (bijvoorbeeld transacties kunnen gaan van actor A naar actor B, zonder dat daarom tussen beide actoren reciprociteit of symmetrie hoeft te bestaan); doch het is wel belangrijk dat zowel actor A als actor B in de studie opgenomen zijn. Met andere woorden, de datastructuur voor om het even welke netwerkanalyse ziet er als volgt uit:

- een set van N actoren;
- K netwerken van relaties tussen de N actoren;
- waarbij de parameters die de relaties in elk netwerk meten vergelijkbaar zijn qua inhoud en meeteenheid;
- waarbij elke relationele variabele zij de sterkte of intensiteit van de relatie van actor i naar actor j meet. Symmetrie is dus geen conditio sine qua non daar z_{ij} niet noodzakelijk hoeft gelijk te zijn aan z_{ji} .

In zijn basisartikel uit 1980, *Models of Network Structure*, maakt Burt een onderscheid tussen relationele en positionele netwerkindicato-

ren. *Relationele indicatoren* beschrijven het netwerk. Ze vormen het vertrekpunt voor de meeste sociometrische analyses, zoals:

- (1) *de afmetingen van het netwerk (i.e. N = het aantal alters in relatie met een specifieke ego);*
- (2) *de densiteit van het netwerk rond i (i.e. aantal relaties in i 's netwerk ten opzichte van het totaal aantal mogelijke relaties, zijnde $N(N-1)$ in geval van een niet-symmetrisch netwerk);*
- (3) *de diversiteit aan relaties in i 's netwerk (bijvoorbeeld op basis van het soort relaties dat bestaat tussen de actoren, cfr. supra; of nog, op basis van de diversiteit aan type organisaties in het netwerk van i);*
- (4) *de pad-afstanden tussen actoren in het netwerk (hoeveel verbindingslijnen moeten doorlopen worden vooraleer we vanuit organisatie i organisatie j kunnen bereiken);*
- (5) *de "sterren" of "gatekeepers" in het relatie-netwerk (zijnde deze actoren wiens relatiepatronen een bepaalde intensiteit overschrijden; voor een definitie zie Allen (1977));*
- (6) *de "geïsoleerden" in het netwerk, zijnde deze organisaties die geen relaties hebben met andere netwerkactoren;*
- (7) *de "structurele gaten" in het netwerk, zijnde de mate waarin een organisatie ingebed is in verschillende, onderling niet sterk aan elkaar gerelateerde "sub"graphs in het netwerk (zie ook Burt (1992));*
- (8) *de stabiliteit van het netwerk in functie van de tijd, met andere woorden hoe frequent en hoe intens veranderen relaties en actoren in een bepaald netwerk.*

Positionele indicatoren, daarentegen, beschrijven niet zozeer het netwerk alsdusdanig, doch veeleer de posities van organisaties in het netwerk. Ook hier bestaat een veelheid aan indicatoren. Vertrekpunt vormt de centraliteitsindicator (zie bijvoorbeeld Faust (1988), of nog, Faust en Wasserman (1992), of Freeman ((1977), (1979)). Eén van de meest eenvoudige operationalisaties hierbij is:

$$\text{centraliteit van actor } k = \sum_i a(p_i, p_k) / N-1$$

waarbij $i = 1 \dots N$ en $i \neq k$ (N is het aantal actoren in het bestudeerde netwerk);
 waarbij $a(p_i, p_k) = 1$ als actor i en actor k met elkaar verbonden zijn,
 zoniet $a(p_i, p_k) = 0$.

Deze centraliteitsindicatoren werden door verschillende onderzoekers verder verfijnd en uitgediept (zie bijvoorbeeld Burt (1992)). Zo geven ze aanleiding tot indicatoren van "macht," "prestige," etc. Allen

hebben ze één kenmerk gemeen: ze duiden op de mate waarin een organisatie in staat is haar netwerk in meerdere of mindere mate te domineren. Deze dominantie hangt daarbij af van de mate waarin de andere organisaties in het netwerk een beroep doen op de "resources" van de dominante organisatie.

Multiplexiteit is een andere belangrijk sociometrisch kenmerk. Het duidt op "*the extent that an organization is connected to a high proportion of organizations in the network by multiple types of relations*" (Rogers en Kincaid (1981)). Bij wijze van voorbeeld, bij het in kaart brengen van *centralized networks* spelen deze indicatoren een belangrijke rol (zie bijvoorbeeld Nohria en Eccles (1992): 494).

Naast deze indicatoren laten sociometrische analyses eveneens toe om *clusters* en *patronen* in netwerken te onderkennen. Dit kan gebeuren aan de hand van de "clique"-detectie algorithmes en aan de hand van structureel equivalentie criteria. Clique algorithmes laten toe clusters van met elkaar geconnecteerde netwerkactoren te detecteren (zie bijvoorbeeld Burt (1980), (1987), (1992)). Het structureel equivalentie criterium groepeerd actoren op basis van de mate waarin ze identieke relaties onderhouden met identieke actoren uit het netwerk (Burt (1987), (1988)). Bijvoorbeeld in het hoger gegeven voorbeeld van de topologische kaart van de Amerikaanse economie geldt dat "*production activities in sectors i and j are structurally equivalent – and so production within the same market – to the extent that they involve identical transactions with other sectors as supplier markets and identical transactions with other sectors as consumer markets*" (Burt en Carlton (1989): 724).

Ter afronding van dit operationeel overzicht, is het tevens nuttig te vermelden dat onder impuls van Doreian ((1981), (1982)) en Burt (1987), de laatste jaren meer en meer berekeningsmodellen en -mogelijkheden zijn ontstaan voor het ontwikkelen van netwerk regressiemodellen. Bijvoorbeeld, beschouw volgend basismodel:

$$x_1 = \sum_k r_k W x_k + \sum_{k+1} b_k x_k + e \text{ (met } k = 1 \dots K)$$

waarbij x_k een $N \times 1$ vector van observaties voor de k^{de} variabele in een populatie van N ondernemingen voorstelt; W is een $N \times N$ matrix van netwerkrelaties tussen de N ondernemingen (met w_{ij} , $i = 1 \dots N$ en $j = 1 \dots N$; $w_{ii} = w_{jj} = 0$); e is een $N \times 1$ stochastische foutvector; $\{r_k\}$ en $\{b_k\}$ zijn regressiecoëfficiënten, bij voorkeur te schatten via een Maximum Likelihood procedure. Passen we dit model toe op performan-

ce variabelen in een netwerk van interorganisationale relaties, dan betekent dit dat de performance maatstaf x_{i1} van onderneming i (bijvoorbeeld innovatieve productiviteit gemeten op basis van patentdata) niet enkel afhangt van haar eigen intrinsieke kenmerken ($x_{i2} \dots x_{iK}$), doch tevens van de performance en de kenmerken van de andere ondernemingen aan wie ze op basis van haar netwerkvorming gerelateerd is. Dergelijke modellen kunnen verder uitgebreid worden met parameters die het draagvlak aan "resources" (de zogenaamde "carrying capacity") in een sector of markt voorstellen (zie bijvoorbeeld Carree (1995), of Debackere *et al.* (1996)).

V. CLUSTERS EN NETWERKEN: EEN LOGISCHE VERWEVENHEID

Uit voorgaande overzichten mag blijken dat het clusterconcept en het netwerkconcept elkaar zonder twijfel kunnen versterken. Alhoewel clusters in hun Porter-benadering niet noodzakelijk leiden tot het detecteren van (h)echte netwerken, toch valt het op dat clusters vaak in een adem met netwerken en netwerkvorming worden genoemd. Zoals blijkt uit het overzicht van de netwerkliteratuur, is ook het netwerkconcept een vrij abstract construct. Centraal bij het netwerkconcept staat de relatie tussen actoren als analyse-niveau. Deze "relatie" kan echter op verschillende wijzen worden ingevuld.

Relaties kunnen staan voor kennisuitwisseling (zowel formeel als informeel), voor transacties (zowel product als monetaire fluxen), voor participaties (bijvoorbeeld aandeelhouderschappen),... Kortom, de parameter "*relatie*" is in te vullen in functie van de gestelde onderzoeksvraag. De grote kracht van netwerktheorie ligt echter in de beschikbaarheid en toegankelijkheid van een aantal gesofisticeerde indicatoren, clustermethodes en analysetechnieken, zoals daarnet werd beschreven. Uit dit overzicht mag blijken dat, naargelang de invulling die aan het clusterconcept wordt gegeven, deze netwerktechnieken een universeel analyse-instrument kunnen vormen.

Dit houdt echter in dat men eerst en vooral onderkent dat clusters een *multi-dimensioneel construct* zijn. De netwerkinvulling van het construct zal dus moeten rekening houden met de clusterdefinitie die wordt gehanteerd.

Ter verduidelijking, indien men het heeft over *technology networks* waarbij technologie als kennis centraal staat, dan zal men de relatieparameter moeten definiëren op basis van proxy-variabelen die deze

kennissuitwisseling kunnen in kaart brengen, bijvoorbeeld door over te gaan tot relationele data die kunnen gehaald worden uit patentbestanden en bibliometrische databanken.

Heeft men het over clusters als *centralized networks*, dan zal men de relatie-parameter best definiëren op basis van het waarde-netwerk dat rond de centrale actor ontstaat.

Wanneer men het heeft over *federative networks* dan biedt de netwerkliteratuur op het domein van de "interlocking directorates" een relevant aanknopingspunt. De relatie-parameter kan geoperationaaliseerd worden op basis van participaties en kruisparticipaties (hierbij verwijzen we naar de databestanden zoals: Who Owns Whom (Dunn & Bradstreet), de Nationale Bank van België, en de Amadeus-databestanden van Bureau Van Dijk).

In geval van *pluralistic networks* ligt de operationalisatie uiteraard iets moeilijker daar men niet direct zijn toevlucht kan nemen tot bestaande databronnen. Wanneer men zich in deze context op een specifieke regio richt, dan zijn veldstudies naar netwerkvorming niet te vermijden.

Kortom, afhankelijk van het type cluster dat men wenst in kaart te brengen, kunnen de meest geschikte relatie-parameters geoperationaaliseerd worden en kunnen netwerkconcepten en -technieken zonder probleem op deze relatie-parameters toegepast worden. Dit impliceert uiteraard dat men onderkent dat de ene cluster de andere niet is, met name dat men dient te vertrekken van een duidelijke cluster-taxonomie. In die optiek verwijzen we opnieuw naar het werk van Antonelli (1995) en van Jacobs en de Man (1995). Eens deze fundamentele keuzes gemaakt zijn, wordt het mogelijk diverse types clusters in kaart te brengen, posities van organisaties in deze clusters te berekenen, en vervolgens deze relationele en positionele indicatoren te gebruiken als variabelen in verklarende statistische modellen.

Met andere woorden, de voornaamste vraag is niet zozeer de toepasbaarheid van diverse indicatoren bij het in kaart brengen van clusters, doch wel (a) de keuze van de clustertypes die men wil onderzoeken *a priori*, en (b) de mate waarin men bereid is met diepgang en compleetheid data te collecteren voor de analyse van de gekozen clusters. De keuze van het type cluster (bijvoorbeeld *technological* versus *pluralistic*) zal bepalend zijn voor de mate waarin deze datacollectie al dan niet via bestaande databronnen zal kunnen geschieden. En dus, voor de mate waarin veldwerk al dan niet zal noodzakelijk zijn. Dit laatste zal natuurlijk eveneens ingegeven worden door het afwegen

van tijd, middelen en budgetten die voor de studie ter beschikking worden gesteld.

VI. BESLUIT

De voorgaande analyse heeft gepoogd een vrij gedetailleerd beeld te geven van de stand van zaken met betrekking tot de methodologische onderbouw van een op clustervorming gestoeld innovatiebeleid. Het clusteronderzoek en de eraan gerelateerde indicatoren staan duidelijk nog in de kinderschoenen. Echter, zoals blijkt uit deze analyse, kunnen de veelheid aan spillover- en netwerk-indicatoren evenals de aangehaalde sociometrische clustermethodes zonder al te veel complicaties toegepast worden op de verdere theoretische en empirische onderbouw van het clusterconcept. Twee belangrijke aandachtspunten werden daarbij geïdentificeerd: (1) de vaststelling dat het construct "cluster" multi-dimensioneel is, en (2) de nood om in functie van deze multi-dimensionaliteit de relevante empirische methodes en bijhorende data-operationalisaties te hanteren. Op basis van de typologie van Antonelli (1995) leidt dit tot het overzicht dat weergegeven wordt in de onderstaande tabel.

TYPE CLUSTER	VOORNAAMSTE METHODOLOGISCHE BENADERINGEN
<i>technological clusters</i>	databanken: bibliometrie en patenten; veldstudies: netwerkstudies rond specifieke kenniscentra
<i>centralized clusters</i>	veldstudie: meten van het "value" netwerk vertrekkend van geïdentificeerde sleutelondernemingen
<i>federative clusters</i>	databanken: Dunn&Bradstreet WhoOwnsWhom, NBB, Amadeus, DataStar/Dialog, met aandacht voor "interlocking directorates"
<i>pluralistic clusters</i>	veldstudie: regionale surveys naar samenhang tussen innovatie-actoren

Voldoende mogelijkheden dus om het clusterconcept beter te articuleren en te onderbouwen naar de toekomst toe. Dergelijke onderbouw heeft niet enkel verstrekkende wetenschappelijke relevantie, doch tevens betekent het een niet te verwaarlozen beleidsmatige impact. Niet in het minst gezien de nadruk die vandaag in Europese context gelegd wordt op het belang van een regionale ondersteuning van het innovatiebeleid. En, dit laatste uiteraard niet als substituut, doch wel als complement voor de meer traditionele technology-push en

market-pull benaderingen die tot voor kort het supra-nationaal en nationaal niveau van beleidsvoering hebben gekenmerkt.

NOTEN

1. De Stichting Technologie en Beleid van de Nederlandse Onderzoeksorganisatie TNO.

REFERENTIES

- Adams, J. en Jaffe, A., 1996, Bounding the Effects of R&D: an Investigation Using Matched Establishment-Firm Data, *RAND Journal of Economics* 27, 4, 700-721.
- Allen, T.J., 1977, Managing the Flow of Technology, (The MIT Press, Cambridge, Mass.).
- Antonelli, C., 1986, Innovative Activity in a Technological District, (Agnelli Foundation, Torino).
- Antonelli, C., 1992, The Economics of Information Networks, (North Holland, Amsterdam).
- Antonelli, C., 1995, The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics, (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht).
- Barnett, W.P., 1990, The Organizational Ecology of a Technological System, *Administrative Science Quarterly* 35, 31-60.
- Bavelas, A., 1948, A Mathematical Model for Group Structures, *Human Organization* 7, 16-30.
- Bijker, W.E., 1995, Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change, (The MIT Press, Cambridge Mass.).
- Burt, R.S., 1980, Models of Network Structure, *Annual Review of Sociology*, 79-141, (Palo Alto, Ca.: Annual Reviews).
- Burt, R.S., 1987, Social Contagion and Innovation: Cohesion versus Structural Equivalence, *American Journal of Sociology* 92, 1287-1335.
- Burt, R.S., 1988, The Stability of American Markets, *American Journal of Sociology* 94, 615-627.
- Burt, R.S. en Carlton, D.S., 1989, Another Look at the Network Boundaries of American Markets, *American Journal of Sociology* 95, 723-753.
- Burt, R.S., 1992, Structural Holes: the Social Structure of Competition, (Harvard University Press, Cambridge, Mass.).
- Callon, M., Laredo, P., Rabeharisoa, V., Gonard, T. en Leray, T., 1992, The Management and Evaluation of Technological Programs and the Dynamics of Techno-Economic Networks: the Case of AFME, *Research Policy* 21, 215-236.
- Carree, M., 1995, The Carrying Capacity and Entry and Exit Flows, *Tinbergen Institute PhD Research Bulletin* 7, 35-47.
- Christensen, C.M. en Rosenbloom, R.S., 1995, Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network, *Research Policy* 24, 233-257.
- Clarysse, B., Debackere, K. en Rappa, M.A., 1996, Modeling the Persistence of Organizations in an Emerging Field: the Case of Hepatitis C, *Research Policy* 25, 671-687.
- Cobbenhagen, J., Dankbaar, B., Debackere, K., Desmet, S., Donckels, R., Lambrecht, J., Van Lierde, E., Van Looy, B. en Wolters, A., 1996, De Vlaamse technologische infrastructuur vanuit de KMO-optiek bekeken, (Universitaire Pers Maastricht, Maastricht).
- Coombs, R., Richards, A., Saviotti, P.P. en Walsh, V., 1996, Technological Collaboration: the Dynamics of Cooperation in Industrial Innovation, (Edward Elgar, Cheltenham).
- Corey, E.R., 1997, Technology Fountainheads: the Management Challenge of R&D Consortia, (Harvard Business School Press, Boston, Mass.).
- Crandall, B.C., 1996, Nanotechnology, (The MIT Press, Cambridge, Mass.).
- DARPA Neural Network Study, 1988, (AFCEA International Press, Fairfax Va.).

- D'Aspremont, C. en Jacquemin, A., 1988, Cooperative and Noncooperative R&D in a Duopoly with Spillovers, *American Economic Review* 78, 1133-1137.
- David, P.A. en Rosenbloom, J., 1990, Marshallian Factor Markets: Externalities and the Dynamics of Industrial Localization, *Journal of Urban Economics* 28, 349-370.
- Debackere, K., 1996, The Impact of University-Industry Relationships on a Firm's Innovative Output: a Combined Econometric and Scientometric Analysis, *Presentatie op de EASST/4S Joint Conference*, Bielefeld, October 10-14.
- Debackere, K., Clarysse, B. en Rappa, M.A., 1996, Dismantling the Ivory Tower: the Influence of Networks on Innovative Output in Emerging Technologies, *Technological Forecasting and Social Change* 53, 139-154.
- Debackere, K., Clarysse, B. en Van Dierdonck, R., 1995, Technology Dynamics: Implications for Regional Development, in L.A. Lefebvre en E. Lefebvre, eds., *Management of Technology and Regional Development in a Global Context*, (Chapman Publishers, London), 13-28.
- De Bondt, R. en Veugelers, R., 1991, Strategic Investment with Spillovers, *European Journal of Political Economy* 7, 345-366.
- De Bondt, R., 1996, Spillovers and Innovative Activities, *International Journal of Industrial Organization*, 15, 1-28.
- de Bruin, R.E., Kint, A., Luwel, M. en Moed, H.F., 1993, A Study of Research Evaluation and Planning: the University of Gent, *Research Evaluation* 3, 25-42.
- Doreian, P., 1981, Estimating Linear Models with Spatially Distributed Data, *Sociological Methodology*, (Jossey-Bass, San Francisco), 359-388.
- Doreian, P., 1982, Maximum Likelihood Methods for Linear Models: Spatial Effects and Spatial Disturbance Terms, *Sociological Methods and Research* 3, 243-270.
- Dosi, G., 1988, Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovations, *Journal of Economic Literature*, 26, 1120-1171.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. en Soete, L., 1988, *Technical Change and Economic Theory*, (Pinter Publishers, London).
- Duysters, G. en Hagedoorn, J., 1996, Internationalization of Corporate Technology through Strategic Partnering: an Empirical Investigation, *Research Policy* 25, 1-12.
- Economides, N., 1996, The Economics of Networks, *International Journal of Industrial Organization* 14, 673-699.
- Faust, K., 1988, Comparison of Methods for Positional Analysis: Structural and General Equivalences, *Social Networks* 10, 313-341.
- Faust, K. en Wasserman, S., 1992, Blockmodels: Interpretation and Evaluation, *Social Networks* 14, 5-61.
- Festinger, L., Schachter, S. en Back, K., 1963, *Social Pressures in Informal Groups: a Study of Human Factors in Housing*, (Stanford University Press, Palo Alto, Ca.).
- Freeman, L.C., 1977, A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness, *Sociometry* 40, 34-41.
- Freeman, L.C., 1979, Centrality in Social Networks: a Conceptual Clarification, *Social Networks* 1, 215-239.
- Gandal, N., 1994, Hedonic Price Indexes for Spreadsheets and an Empirical Test for Network Externalities, *RAND Journal of Economics* 25, 160-170.
- Gerlach, M.L., 1992, The Japanese Corporate Network: a Blockmodel Analysis, *Administrative Science Quarterly* 37, 105-139.
- Gibson, D.V. en Rogers, E.M., 1994, *R&D Collaboration on Trial: the Microelectronics and Computer Technology Corporation*, (Harvard Business School Press, Boston).
- Granberg, A., 1985, A Bibliometric Survey of Fiber-Optics Research in Sweden, West-Germany and Japan, Discussion Paper No. 171, (Research Policy Institute, Lund).
- Granovetter, M., 1973, The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology* 78, 1360-1381.
- Griliches, Z., 1990, Patent Statistics as Economic Indicators: a Survey, *Journal of Economic Literature* 28, 1661-1707.

- Griliches, Z., 1994, The Search for R&D Spillovers, *Scandinavian Journal of Economics*, Suppl.: 29-47.
- Groenewegen, J., 1989, Planning in een markteconomie. Indicatieve planning, industriebeleid en de rol van de publieke onderneming in Frankrijk in de periode 1981-1986, (Eburon, Delft).
- Hagedoorn, J. en Schakenraad, J., 1989, Some Remarks on the Cooperative Agreements and Technology Indicators (CATI) Information System, MERIT Research Memorandum #89-010.
- Harkola, J. en Greve, A., 1995, Diffusion of Technology: Cohesion or Structural Equivalence? *American Academy of Management Best Paper Proceedings* 55, 422-426.
- Harrison, B., 1992, Industrial Districts: Old Wine in New Bottles, *Regional Studies* 26, 469-483.
- Häusler, J., Hohn, H.W. en Lütz, S., 1994, Contingencies of Innovative Networks: a Case Study of Successful Interfirm R&D Collaboration, *Research Policy* 23, 47-66.
- Henderson, R. en Cockburn, I., 1996, Scale, Scope, and Spillovers: the Determinants of Research Productivity in Drug Discovery, *RAND Journal of Economics* 27, 32-59.
- Howells, J.R., 1990, The Location and Organization of Research and Development: New Horizons, *Research Policy* 19, 133-146.
- Howells, J.R., 1995, Going Global: the Use of ICT Networks in Research and Development, *Research Policy* 24, 169-184.
- Jacobs, D. en de Man, A.P., (ed.), 1995, Clusters en concurrentiekracht: naar een nieuwe praktijk in het Nederlandse bedrijfsleven? (Samsom Bedrijfsinformatie, Alphen a/d Rijn).
- Jaffe, A., 1986, Technological Opportunity and Spillover of R&D: Evidence from Firms, Patents, Profits and Market Value, *American Economic Review* 76, 984-1001.
- Jaffe, A., 1989, Real Effects of Academic Research, *American Economic Review* 79, 957-970.
- Jaffe, A., Trajtenberg, M. en Henderson, R., 1993, Geographical Localization and Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, *Quarterly Journal of Economics* 108, 577-598.
- Japan Small Business Research Institute, 1996, The Age of Small Business - The Foundation for Reconstruction of the Japanese Economy, (MITI Publication).
- Jarillo, J.C., 1988, On Strategic Networks, *Strategic Management Journal* 9, 31-41.
- Johanson, J. en Mattsson, L.G., 1987, Interorganizational Relations in Industrial Systems: a Network Approach Compared with the Transaction-Cost Approach, *International Studies of Management and Organization* 17, 34-48.
- Katz, J.S., Hicks, D., Sharp, M. en Martin, B.R., 1995, The Changing Shape of British Science, *STEEP Special Report No. 3*, (Science Policy Research Unit, Sussex, U.K.).
- Katz, M.L. en Shapiro, C., 1985, Network Externalities, Competition and Compatibility, *American Economic Review* 75, 424-440.
- Katz, M.L., 1986, An Analysis of Cooperative Research and Development, *RAND Journal of Economics* 17, 527-543.
- Kay, J., 1993, Foundations of Corporate Success, (Oxford University Press, Oxford).
- Kusters, A. en Minne, B., 1992, Technologie, marktstructuur en internationalisatie: de ontwikkeling van de industrie, (Centraal PlanningsBureau, Den Haag).
- Lampe, D.R., 1988, The Massachusetts Miracle, (The MIT Press, Cambridge Mass.).
- Lomi, A., 1995, The Population Ecology of Organizational Foundings: Location Dependence and Unobserved Heterogeneity, *Administrative Science Quarterly* 40, 111-144.
- Malerba, F., 1985, The Semiconductor Business: the Economics of Rapid Growth and Decline, (Frances Pinter Publishers, London).
- Martin, B.R. en Irvine, J., 1989, Research Foresight, (Frances Pinter Publishers, London).
- Mansfield, E., 1991, Academic Research and Industrial Innovation, *Research Policy* 20, 1-12.
- Mansfield, E., 1995, Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics and Financing, *The Review of Economics and Statistics*, 55-65.
- Miller, R., 1994, Global R&D Networks and Large-Scale Innovations: the Case of the Automobile Industry, *Research Policy* 23, 27-46.

- Monck, C.S.P., Porter, R.B., Quintas, P.R., Storey, D.J. en Wynarczyk, P., 1988, Science Parks and the Growth of High Technology Firms, (Croom Helm, London).
- Mowery, D.C. en Langlois, R.N., 1996, Spinning Off and Spinning On(?): the Federal Government Role in the Development of the US Computer Software Industry, *Research Policy* 25, 947-966.
- Narin, F., 1987, Bibliometric Techniques in the Evaluation of Research Programs, *Science and Public Policy* 14, 99-106.
- Narin, F., Noma, E. en Perry, R., 1987, Patents as Indicators of Corporate Technological Strength, *Research Policy* 17, 143-155.
- Narin, F. en Rozek, R.P., 1988, Bibliometric Analysis of the US Pharmaceutical Industry Research Performance, *Research Policy* 17, 139-154.
- Nelson, R.R., 1990, Capitalism as an Engine of Progress, *Research Policy* 19, 193-214.
- Nohria, N. en Eccles, R.G., 1992, Networks and Organizations: Structure, Form, and Action, (Harvard Business School Press, Boston).
- Nohria, N. en Garcia-Pont, C., 1991, Global Strategic Linkages and Industry Structure, *Strategic Management Journal* 12, 105-124.
- Nooteboom, B., 1993, Een aanzet tot industriebeleid, *Economisch Statistische Berichten*, Maart, 240-249.
- Noyons, E.C.M., Luwel, M. en Moed, H.F., 1994, De informatietechnologie in Vlaanderen, *Rapport CWTS-94-01*, in opdracht van APWB en IWT, (Brussel).
- Oakey, R.P., 1996, SMEs, High Technology and Regional Growth, (Chapman Publishing, London).
- Office for the Study of Automotive Transportation, 1989, Automotive Electronics Delphi, (Publication by the Transportation Research Institute, Michigan, Ann Arbor).
- Pavitt, K., 1984, Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy* 13, 343-373.
- Pavitt, K., 1991, What Makes Basic Research Economically Useful? *Research Policy* 20, 109-119.
- Porter, M., 1990, The Competitive Advantage of Nations, (The Free Press, New York).
- Pouder, R. en St. John, C.H., 1996, Hot Spots and Blind Spots: Geographical Clusters of Firms and Innovation, *Academy of Management Review* 21, 4, 1192-1225.
- Powell, W.W., 1995, The Role of Elite Sponsorship in Biotechnology's Emergence, University of Arizona Working Paper, Presented at the Annual Meeting of the American Academy of Management, (Vancouver, B.C.).
- Price, deSolla, D.J., 1986, Little Science, Big Science and Beyond, (Columbia University Press, New York).
- Proceedings of the 54Th AEA Conference, 1996, Econometrics of Innovation and Patents, (Ministerie van Economische Zaken, Luxemburg).
- Prospective Technological Studies, 1995, Report EUR 16405 EN, (Joint Research Centre: European Commission).
- Rappa, M.A. en Debackere, K., 1992, Monitoring Progress in R&D Communities, Representations of Science and Technology, (DSWO Press, Leiden), 253-265.
- Rappa, M.A., Debackere, K. en Garud, R., 1992, Technological Progress and the Duration of Contribution Spans, *Technological Forecasting and Social Change* 42, 133-145.
- Rappa, M.A. en Debackere, K., 1989, Advanced Bibliometric Methods Applied to the Study of Emerging Technologies, Science and Technology Indicators, (DSWO Press, Leiden), 421-448.
- Research Policy 1991 Special Issue on Networks and Technological Innovation 20, 5.
- Rogers, E.M. en Kincaid, D.L., 1981, Communication Networks: Toward a New Paradigm for Research, (The Free Press, New York).
- Saxenian, A.L., 1990, Regional Networks and the Resurgence of Silicon Valley, *California Management Review* 33, 89-112.
- Scherer, F.M., 1989, Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives, (The MIT Press, Cambridge Mass.).

- Segal, Quince en Partners, 1985, *The Cambridge Phenomenon*, (Segal & Quince, Cambridge).
- Steurs, G., 1995, Inter-Industry R&D Spillovers: What Difference Do They Make? *International Journal of Industrial Organization* 13, 249-276.
- Sweeney, G.P., 1987, *Innovation, Entrepreneurs and Regional Development*, (Frances Pinter Publishers, London).
- Tijssen, R.J.W., 1992, A Quantitative Assessment of Interdisciplinary Structures in Science and Technology: Co-Classification Analysis of Energy Research, *Research Policy* 21, 27-44.
- Thompson, G., Frances, J., Levacic, R. en Mitchell, J., 1991, *Markets, Hierarchies & Networks: the Coordination of Social Life*, (Sage Publications, Newbury Park).
- Thwaites, A.T. en Oakey, R.P., 1985, *The Regional Economic Impact of Technological Change*, (Frances Pinter Publishers, London).
- TNO Jaarverslag 1995. (TNO Studiecentrum voor Technologie en Beleid, Apeldoorn).
- Trajtenberg, M., 1990, A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations, *RAND Journal of Economics* 2, 1.
- Van Den Berghe, H., de Bruin, R.E., Houben, J.A., Kint, A., Luwel, M., Moed, H.F. en Spruyt, E., 1995, Bibliometric Indicators of Research Performance in Flanders, *Proceedings of the Fourth International Conference on Science and Technology Indicators*, (Antwerp, Belgium), 65-66.
- Van Dierdonck, R. en Debackere, K., 1988, Academic Entrepreneurship at Belgian Universities, *R&D Management* 18, 341-353.
- Van Dierdonck, R., Debackere, K. en Engelen, B., 1990, University-Industry Relationships: How Does the Belgian Academic Community Feel About It?, *Research Policy* 19, 551-566.
- Van Dierdonck, R., Debackere, K. en Rappa, M.A., 1991, An Assessment of Science Parks: Towards a Better Understanding of Their Role in the Diffusion of Technological Knowledge, *R&D Management* 21, 109-123.
- Varaldo, R., 1991, *I Poli Scientifico-Tecnologici Della Citta Universitarie: Il Caso di Pisa*, (Pisa University Press, Pisa).
- Verspagen, B., 1995, Measuring Inter-Sectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases, MERIT Working Paper #95-007.
- von Hippel, E., 1988, *The Sources of Innovation*, (Oxford University Press, Oxford).
- Williams, F. en Gibson, D.V., 1990, *Technology Transfer: a Communication Perspective*, (Sage Publications, Newbury Park).